



Docket No.: MAS-FIN-207

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date indicated below.

By: Markus Nolff Date: February 11, 2004

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/700,087  
Applicant : Juergen Hoegerl, et al.  
Filed : November 3, 2003  
Title : Method and Placement System for Populating a Substrate with  
Electronic Components  
Docket No. : MAS-FIN-207  
Customer No. : 24131

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents,  
P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 21 578.9, filed May 3, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Markus Nolff  
For Applicant

Markus Nolff  
Reg. No. 37,006

Date: February 12, 2004

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/av



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 21 578.9

**Anmeldetag:** 03. Mai 2001

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Bestückungssystem zum Bestücken  
eines Substrats mit elektronischen Bauteilen

**IPC:** H 05 K, H 01 L, B 65 G

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 4. Februar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Faust', is written over the text 'Im Auftrag'.

**Faust**

FIN 207 P/200020768



1

## Beschreibung

Verfahren und Bestückungssystem zum Bestücken eines Substrats mit elektronischen Bauteilen

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Bestückungssystem zum Bestücken eines Substrats mit elektronischen Bauteilen gemäß der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

- 10 Die Weiterverarbeitung von elektronischen Bauteilen, die einen Halbleiterchip aus einem Halbleiterwafer aufweisen, ist relativ komplex, selbst wenn der Halbleiterwafer bereits die Außenkontakte der elektronischen Bauteile auf seiner aktiven Oberseite aufweist. Zunächst wird der Halbleiterwafer auf einem entsprechenden Träger in elektronische Bauteile geteilt.
- 15 Anschließend werden die elektronischen Bauteile des geteilten Halbleiterwafers von dem Träger abgenommen und in einem Verpackungs- bzw. Transportgurt lagegetreu eingebracht. Dieser Transportgurt wird einem Bestückungsautomaten zugeführt. Die
- 20 einzelnen elektronischen Bauteile werden nacheinander dem Transportgurt entnommen, um in dem Bestückungsautomaten ein Substrat mit einem elektronischen Bauteil zu bestücken.

- 25 Das mehrfache Umsetzen des elektronischen Bauteils eines in elektronische Bauteile geteilten Halbleiterwafers hat den Nachteil, daß eine Entnahmeeinrichtung zur lagegetreuen Überführung des elektronischen Bauteils eines in elektronische Bauteile geteilten Halbleiterwafers in einen Transportgurt eingesetzt wird und nach dem Transport wiederum eine Entnah-
- 30 meeinrichtung vorgesehen wird, die das elektronische Bauteil dem Bestückungsautomaten zuführt. Die eingesetzten Einrichtungen zur Entnahme und zum Transport sind zur Einhaltung der lagegetreuen Einbringung in den Bestückungsautomat hochpräzise

FIN 207 P/200020768

2

und entsprechend teure Automaten. Darüber hinaus ist der Fertigungsablauf relativ komplex, weil das elektronischen Bauteil eines in elektronische Bauteile getrennten Halbleiterwafers mehrere Bearbeitungsschritte durchläuft, ehe die Bestückung auf dem Substrat lagegetreu stattfinden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Fertigung zu vereinfachen und ein Verfahren und ein Bestückungssystem zum Bestücken eines Substrats mit elektronischen Bauteilen anzugeben, das schneller und effektiver ein Umsetzen eines elektronischen Bauteils von einem in elektronische Bauteile geteilten Halbleiterwafer auf ein Substrat ermöglicht.

Gelöst wird diese Aufgabe mit dem Gegenstand der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Das Verfahren zum Bestücken eines Substrats mit elektronischen Bauteilen weist erfindungsgemäß folgende Verfahrensschritte auf:

- Bereitstellen eines Waferhalterahmens mit einer in dem Waferrahmen aufgespannten perforierten Folie,
- Bereitstellen eines Substrats mit vorbestimmten Positionen für das Aufbringen eines elektronischen Bauteils,
- Zuführen des Waferhalterahmens in eine positionierende Waferhalteeinrichtung und des Substrats in eine positionierende Substrathalteeinrichtung,
- horizontales Ausrichten in X- und Y-Richtung der Waferhalteeinrichtung und der Substrathalteeinrichtung zueinander in eine vorgegebene Position zum Positionieren eines elektronischen Bauteils der elektronischen Bauteile des Halbleiterwafers auf dem Substrat,

FIN 207 P/200020768

3

5       -     Verfahren einer Vakuumpinzette mittels Vakuumpinzetten-  
Halteeinrichtung unter Überwachung durch eine Bauteilpo-  
sitions-Erkennungseinrichtung aus einer Ruheposition  
vertikal in Z-Richtung durch eine Durchgangsöffnung in  
der perforierten Folie unter Mitnahme eines elektroni-  
schen Bauteils auf einer Vorposition und Verbringen des  
elektronischen Bauteils in eine Montageposition auf dem  
Substrat unter Drehen um die Z-Achse und feinjustieren  
der Vakuumpinzette in X- und Y-Richtung.

10

Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß die Zwischenschritte  
zum lagegetreuen Bestücken eines Transportgurtes mit elektro-  
nischen Bauteilen und das lagegetreue Entnehmen der Bauteile  
aus dem Transportgurt und Zuführen der einzelnen Bauteile zu  
15 einem Bestückungsautomaten entfallen. Vielmehr wird in vor-  
teilhafter Weise der Träger, auf dem der elektronische Bau-  
teile aufweisende Halbleiterwafer in elektronische Bauteile  
geteilt wurde, unmittelbar als Waferhalterahmen verwendet, um  
einerseits noch erforderliche Funktionstests auf dem Waferni-  
20 veau an den geteilten elektronischen Bauteilen durchzuführen,  
und andererseits den gesamten Waferhalterahmen, auf dem nach  
dem Teilen des Halbleiterwafers in elektronische Bauteile die  
einzelnen Bauteile gegetreu angeordnet sind, unmittelbar ei-  
nem Bestückungssystem zuzuführen,

25

Das elektronische Bauteil wird bei diesem Verfahren nur ein-  
mal umgesetzt, nämlich von der den Wafer tragenden Folie des  
Waferhalterahmens zu der Montageposition auf dem Substrat.  
Gleichzeitig kann der Waferhalterahmen sowohl in einer  
30 Trenneinrichtung für den Wafer zum Trennen des Halbleiterwa-  
fers in einzelne elektronische Bauteile verwendet werden, als  
auch zum Einsatz in dem Bestückungssystem, das mit einer po-  
sitionierenden Waferhalteeinrichtung ausgestattet ist, in die

FIN 207 P/200020768

4

unmittelbar der Waferhalterahmen auch nach einem Transport einsetzbar ist.

Die perforierte Folie weist in einzelne Zeilen und Spalten angeordnete Durchgangsöffnungen auf, wobei die perforierte Folie derart auf den Halbleiterwafer aufgelegt wird, daß unter jeder Durchgangsöffnung der Folie ein elektronisches Bauteil eines in elektronische Bauteile getrennten Halbleiterwafers angeordnet ist. Diese Anordnung kann bereits vor dem Trennen des Halbleiterwafers in einzelne elektronische Bauteile auf einer entsprechend perforierten Folie vorgenommen werden. Das hat den Vorteil, daß sich die Lage und die Ausrichtung des elektronischen Bauteils von dem Trennen des Halbleiterwafers in elektronische Bauteile bis zum Bestücken eines Substrats mit einem elektronischen Bauteil nicht ändert.

Zum horizontalen Ausrichten des Waferhalterahmens in der positionierenden Waferhalteeinrichtung und des Substrats auf der positionierenden Substrathalteeinrichtung können die beiden in einem bevorzugten Durchführungsbeispiel des Verfahrens horizontal in X-Richtung und in Y-Richtung so lange übereinander verschoben werden, bis ein funktionsfähiges elektronisches Bauteil des Halbleiterwafers über der Montageposition auf dem Substrat positioniert ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens kann die Vakuumpinzette in ihrer Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung oberhalb des Waferhalterahmens in einer Ruheposition angeordnet sein und nach dem Ausrichten von Waferhalteeinrichtung und Substrathalteeinrichtung in vertikaler Z-Richtung in eine Vorposition verfahren werden, bei der die Vakuumpinzette der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung ein elektronisches Bauteil

FIN 207 P/200020768

5

aufnimmt und im weiteren Verlauf des Bestückungsverfahrens dieses elektronische Bauteil in eine Montageposition auf dem Substrat bringt. In dieser Montageposition kann die Vakuum-  
pinzetten-Halteeinrichtung die Vakuumpinzette in X- und in Y-  
5 Richtung fein justieren und Drehfehler des elektronischen Bauteils gegenüber der Position auf dem Substrat durch drehen um die Z-Achse ausgleichen. Durch die Kombination aus Drehbe-  
wegung um die Z-Achse und Verschiebewegung in den Richtun-  
gen X und Y kann im Bereich der Durchgangsöffnung der Folie  
10 die Vakuumpinzette eine Feinjustierung vornehmen und das elektronische Bauteil exakt auf der vorbestimmten Position auf dem Substrat positionieren.

In einem weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens wird  
15 das Substrat erwärmt, um Außenkontakte des elektronischen Bauteils mit Kontaktanschlussflächen des Substrats nach exakter Positionierung zu verbinden. Ein derartiges Verbinden kann in einem Aushärten eines auf den Kontaktanschlussflächen vorbereiteten elektrisch leitenden Klebers erfolgen oder  
20 durch Löten der Außenkontakte des elektronischen Bauteils auf den Kontaktanschlussflächen des Substrats.

Ein weiteres Durchführungsbeispiel des Verfahrens sieht vor, daß noch vor dem Trennen des Halbleiterwafers in elektroni-  
25 sche Bauteile der noch nicht getrennte Halbleiterwafer auf eine mit Klebstoff beschichtete Seite der perforierten Folie aufgebracht wird. Dazu werden die in Zeilen und Spalten angeordneten elektronischen Bauteile des Halbleiterwafers mit den in Zeilen und Spalten angeordneten Durchgangsöffnungen der  
30 perforierten Folie ausgerichtet. Diese Ausrichtung wird so vorgenommen, daß ein einzelnes elektronisches Bauteil auf einer Durchgangsöffnung der Folie angeordnet ist. Die Fläche der Durchgangsöffnung der Folie ist dabei kleiner als die

FIN 207 P/200020768

6

Fläche des elektronischen Bauteils, so daß nach dem Trennen des Halbleiterwafers in elektronische Bauteile keines der elektronischen Bauteile durch eine der Durchgangsöffnungen fallen kann.

5

Bei dem Aufbringen des nicht getrennten Halbleiterwafers auf die perforierte Folie kann diese Folie bereits in dem Waferhalterahmen eingespannt sein, so daß der Waferhalterahmen gleichzeitig als Waferhalter für eine Trenneinrichtung eingesetzt werden kann.

10

In einem weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens wird erst nach dem Trennen des Halbleiterwafers in elektronische Bauteile die Folie mit den elektronischen Bauteilen in den Waferhalterahmen eingespannt. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung unterscheiden sich die Waferhalterahmen in ihrer Größe und ihrer Form für das Trennverfahren von den Waferhalterahmen für das Bestückungsverfahren.

15

Ein weiteres Durchführungsbeispiel des Verfahrens sieht vor, daß vor dem Zuführen des Waferhalterahmens in die Waferhalteeinrichtung des Bestückungssystems ein Funktionstest jedes elektronischen Bauteils durchgeführt wird. Bei diesem Funktionstest können nicht funktionierende elektronische Bauteile markiert werden, die ihrerseits von der Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung als markiert erkannt werden, so daß diese elektronischen Bauteile nicht von der Vakuumpinzette aufgenommen und in eine Montageposition überführt werden. Die markierten Bauteile können aber auch vor dem Zuführen des Waferhalterahmens in die Waferhalteeinrichtung von der perforierten Folie entfernt werden, so daß nur die elektronischen Bauteile mit dem Wafer-

25

30



FIN 207 P/200020768

7

halterahmen dem Bestückungssystem zugeführt werden, die als funktionsfähig erkannt wurden.

5 In einem weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens wird jedes elektronische Bauteil mit Markierungen versehen, die der Positionierung in dem Bestückungssystem dienen und von der Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung bei einem Bestückungsvorgang erfaßt werden, um jedes Bauteil korrekt zu positionieren.

10 Da die elektronischen Bauteile mit ihrer aktiven Seite und ihren Außenkontakten bei dem Bestückungsvorgang zu der Substratoberseite ausgerichtet sind, sieht ein weiteres Durchführungsbeispiel des Verfahrens vor, daß diese Positionsmarkierungen auf der Rückseite des elektronischen Bauteils angeordnet sind.

20 Ein weiteres Durchführungsbeispiel der Erfindung sieht vor, daß die Positionsmarkierung auf der aktiven Seite des elektronischen Bauteils angeordnet sind und die Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung über Infrarotdetektoren verfügt, die durch den Halbleiterwafer hindurch Markierungen auf der Oberseite der elektronischen Bauteils detektieren können.

25 Bei dem Bestückungsvorgang ist vorgesehen, daß die Kontaktanschlussflächen einer zu bestückenden Keramikplatte oder Leiterplatte freigelegt sind, so daß eine unmittelbare Kontaktierung mit den Außenkontakten des elektronischen Bauteils möglich wird. Als Leiterplatte oder Keramikplatte können auch  
30 mehrlagige Leiterplatten bzw. Keramikplatten eingesetzt werden, die über mehrere Ebenen von Leiterbahnen und dazwischen angeordneten Durchkontakten verfügen.

FIN 207 P/200020768

8

Zur Durchführung des Verfahrens ist erfindungsgemäß ein Bestückungssystem vorgesehen. Dieses Bestückungssystem zum Bestücken eines Substrats mit mindestens einem elektronischen Bauteil eines in elektronische Bauteile geteilten Halbleiter-  
5 wafers weist eine Substrathalteeinrichtung zur Aufnahme des Substrats auf. Oberhalb der Substrathalteeinrichtung ist eine Waferhalteeinrichtung zur Aufnahme eines Waferhalterahmens angeordnet und oberhalb der Waferhalteeinrichtung ist eine  
10 Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung mit einer Vakuumpinzette vorgesehen.

Sowohl die Substrathalteeinrichtung also auch die Waferhalteeinrichtung sind horizontal in X-Richtung und Y-Richtung in Bezug auf einander positionierbar. Damit kann ein vorbestimm-  
15 tes elektronisches Bauteil unmittelbar über einer vorbestimmten Montageposition des Substrats angeordnet werden. Die Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung mit ihrer Vakuumpinzette ist bezüglich der Substrathalteeinrichtung in X-Richtung und Y-Richtung feinjustierbar sowie um die Z-Achse drehbar und  
20 feinjustierbar. Darüber hinaus ist die Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung in der Lage die Vakuumpinzette im Bereich des Waferhalterahmens vertikal in Z-Richtung in eine Ruheposition, in eine Vorposition und in eine Montageposition zu bringen.

25 Dieses Bestückungssystem hat den Vorteil, daß es unmittelbar von einem in elektronische Bauteile geteilten Halbleiterwafer einzelne vorbestimmte elektronische Bauteile auf ein Substrat zum Bestücken in eine Montageposition verbringen kann. Damit  
30 entfällt das aufwendige Aufnehmen eines elektronischen Bauteils aus einem Transportgurt und sein Überführen an eine geeignete Position eines Substrats, so daß von vorneherein eine vorbestimmte Lage des elektronischen Bauteils beibehalten

FIN 207 P/200020768

9

wird und insgesamt der Fertigungsablauf wesentlich verkürzt werden kann, da der Entnahmeschritt aus einem Transportgurt und das nacheinander Zuführen einzelner elektronischer Bauteile in ein Bestückungssystem entfallen. Damit ist zusätzlich eine wesentliche Kostenreduktion in einer Fertigungsli-

5 nie verbunden und gleichzeitig können Transportprobleme, die bisher mit den Transportgurten in Bezug auf lagegetreue Bestückung, lagegetreuen Transport und lagegetreue Entnahme verbunden waren, überwunden werden.

10

In einer Ausführungsform des Bestückungssystems hält der Waferhalterahmen eine Folie mit Durchgangsöffnungen, wobei mehrere Bauelemente des in elektronische Bauteile getrennten Halbleiterwafers an der Folie unter jeweils einer der Durch-

15 gangsöffnungen angeordnet sind. Ein derartiger Waferhalterahmen hat den Vorteil, daß auf der Folie der gesamte Halbleiterwafer mit seinen gekrümmten Abfallsektionen, wie sie nach dem Trennen in getrennte elektronische Bauteile vorliegen angeordnet sein kann, um einen Vereinzelungsschritt für die

20 elektronischen Bauteile vorzunehmen. Weiterhin hat der Waferhalterahmen den Vorteil, daß er bereits mit der perforierten Folie für eine Trenneinrichtung eingesetzt werden kann und ein Umspannen der Folie zwischen unterschiedlichen Haltesystemen entfällt. Weiterhin kann der Waferhalterahmen als Hal-

25 terahmen bei einem Funktionszwischentest dienen, bei dem noch vor dem Bestücken von Substraten die elektronischen Bauteile des Halbleiterwafers, die nicht den Spezifikationen entsprechen, markiert werden können. Die markierten elektronischen Bauteile können vor dem Einbringen des Waferhalterahmens in

30 das erfindungsgemäße Bestückungssystem entfernt werden oder nach der Durchführung der Bestückung auf dem Waferhalterahmen zurückbleiben.

FIN 207 P/200020768

10

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht deshalb vor, daß der Waferhalterahmen dem Durchmesser eines Halbleiterwafers angepaßt ist, was den Vorteil hat, daß die gekrümmten Abfallabschnitte eines Wafers nicht vorher in einem getrennten Verfahren zu entfernen sind. Darüber hinaus kann die Anordnung der Durchgangsöffnungen in der Folie des Waferhalterahmens der Anordnung der elektronischen Bauteile des Halbleiterwafers entsprechen, so daß mindestens jeweils eine Durchgangsöffnung einem elektronischen Bauteil zugeordnet ist.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Vakuumpinzette der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung in ihrer Ruheposition über einer Durchgangsöffnung der perforierten Folie angeordnet. Dazu kann der Waferhalterahmen in der Waferhalteeinrichtung des Bestückungssystem in X- und in Y-Richtung solange verfahren werden, bis ein funktionsfähiges elektronisches Bauteil mit der darüber angeordneten Durchgangsöffnung in der perforierten Folie des Waferrahmens unter der Vakuumpinzette angeordnet ist. Die Vakuumpinzette ist in der Lage, in ihrer Vorposition durch Verschieben aus der Ruheposition in Z-Richtung ein unter der Durchgangsöffnung angeordnetes elektronisches Bauteil des in elektronische Bauteile geteilten Halbleiterwafers mittels Einschalten des Vakuums aufzunehmen. Das somit von der Vakuumpinzette gehaltene elektronische Bauteil kann durch weiteres Verfahren der Vakuumpinzette in Z-Richtung in eine auf dem Substrat vorbestimmte Montageposition gebracht werden. Da die Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung in der Lage ist, die Vakuumpinzette in X- und in Y-Richtung fein zu justieren und um die Z-Achse zu drehen, kann das elektronische Bauteil mittels der Vakuumpinzette und der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung in der Montageposition fein justiert werden.

FIN 207 P/200020768

11

Zur Überprüfung, ob ein funktionierendes Bauteil in der korrekten Position im Aufnahmebereich der Vakuumpinzette angeordnet ist, weist die Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung eine Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung auf. Diese Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung erfaßt alle als nicht funktionstüchtig markierten Bauteile eines in elektronische Bauteile getrennten Halbleiterwafers und übermittelte diese Erkenntnis an eine Auswerteschaltung, so daß keine nicht funktionierenden elektronischen Bauteile auf dem Substrat montiert werden.

Dazu verfügt die Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung in einer Ausführungsform der Erfindung über einen Lichtimpulssender und einen Lichtimpulsempfänger, die mit der Auswerteschaltung für eine Positionsbestimmung in X-Richtung und in Y-Richtung zusammenwirken und auch einen Drehfehler in  $\phi$ -Richtung um die Z-Achse erkennen können.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Bestückungssystem eine programmierbare Steuerung auf, welche die Waferhalteeinrichtung veranlaßt, eines der elektronischen Bauteile in den Erfassungsbereich der Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung zu bringen und die Substrathalteeinrichtung veranlaßt, das Substrat in die vorbestimmte Position für die Montage auf dem Substrat zu bringen. Dazu wirkt die programmierbare Steuerung mit einem X-Y-Tisch zusammen, der Bestandteil der Substrathalteeinrichtung ist und der das Substrat während des Bestückungsvorgangs trägt. Außerdem wirkt die programmierbare Steuerung mit der Waferhalteeinrichtung zusammen, um ein geeignetes elektronisches Bauteil an dem Waferhalterahmen in eine zum Bestücken vorgesehene Position zu bringen.

FIN 207 P/200020768

12

Das Zuführen und Abführen von Substrat und Waferhalterahmen kann in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung über entsprechende Zufuhr- und Abfuhreinrichtungen erfolgen, die Bestandteil des Bestückungssystem sind und damit einen automatischen Fertigungsablauf beim Bestückungsvorgang ermöglichen. Die Zufuhr- und Abfuhreinrichtung für das Substrat weist dazu Führungsschienen auf, in denen das Substrat in das Bestückungssystem geführt wird und nach dem Bestücken auf den Führungsschienen aus dem Bestückungssystem herausgeführt wird.

Für das Bestückungssystem wird ein Waferhalterahmen verwendet, der eine Folie mit Durchgangsöffnungen aufweist, wobei mehrere Bauteile des in elektronische Bauteile getrennten Halbleiterwafers auf der Folie so angeordnet sind, daß die Bauteile jeweils unter einer der Durchgangsöffnungen der Folie angeordnet sind. Dieser Waferrahmen muß nicht alle elektronischen Bauteile eines Halbleiterwafers tragen, sondern kann auch nur die elektronischen Bauteile aufweisen, die als funktionstüchtig erkannt wurden. Die Positionen der defekten elektronischen Bauteile bleiben dann auf der perforierten Folie unbesetzt.

Bei einer anderen Ausführungsform des Waferhalterahmens ist der gesamte in elektronische Bauteile aufgeteilte Halbleiterwafer einschließlich seiner gekrümmten Randabschnitte auf der perforierten Folie angebracht, wobei nicht funktionsfähige elektronische Bauteile für eine Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung erkennbar markiert sind.

Der Waferhalterahmen weist in dem Fall der Aufnahme eines kompletten Halbleiterwafers ein an den Durchmesser des Halb-

FIN 207 P/200020768

13

leiterwafers angepaßten inneren Durchmesser auf und die Anordnung der Durchgangsöffnungen in der perforierten Folie des Waferhalterrahmens entsprechen der Anordnung der elektronischen Bauteile des Halbleiterwafers. Somit ist gewährleistet, daß vollkommen lagetreu die elektronischen Bauteile in Zeilen und Spalten angeordnet im Waferhalterahmen zur Bestückung zur Verfügung stehen.

Eine weitere Ausführungsform des Waferhalterrahmens sieht vor, daß der Durchmesser der Durchgangsöffnungen in der perforierten Folie dem Durchmesser der Vakuumpinzette so angepaßt ist, daß mit der Vakuumpinzette durch die Durchführung hindurch eine horizontale Feinjustierung in X-Richtung und in Y-Richtung und eine Drehbewegung  $\phi$  um die Z-Achse des elektronischen Bauteils in Bezug auf die vorbestimmte Position auf dem Substrat in der Montageposition der Vakuumpinzette durchführbar ist. Diese Anpassung des Waferhalterahmens mit seinen Durchgangsöffnungen hat den Vorteil, daß eine Feinjustage des elektronischen Bauteils in Bezug auf die vorbestimmte Position auf dem Substrat in der Montageposition der Vakuumpinzette ohne Probleme durchführbar ist und somit ein exaktes Positionieren des elektronischen Bauteils und seiner Außenkontakte zu entsprechenden Kontaktanschlussflächen auf dem Substrat möglich wird.

Um das einzelne elektronische Bauteil in dem Waferhalterahmen zu halten, ist der Durchmesser der Durchgangsöffnungen kleiner als die Flächendiagonale eines einzelnen elektronischen Bauteils. Damit wird gewährleistet, daß mindestens an den vier Ecken eines elektronischen Bauteils dieses an der perforierten Folie gehalten wird und nicht von der perforierten Folie vorzeitig abfällt. Um von vorneherein ein Abfallen eines elektronischen Bauteils von der perforierten Folie zu

FIN 207 P/200020768

14

verhindern, weist der Waferhalterahmen eine einseitig klebende Folie auf, wobei die einseitige Klebstoffschicht der Folie das elektronische Bauteil in Position hält, bis die Vakuumpinzette das elektronische Bauteil aufgenommen hat.

5

Eine Folie mit Durchgangsöffnungen zum Einsatz in einem Waferhalterahmen weist eine Anordnung von Durchgangsöffnungen in Zeilen und Spalten auf, welche in gleicher Weise wie elektronische Bauteile eines in elektronische Bauteile geteilten Halbleiterwafers angeordnet sind. Derartige Folien können für den Einsatz in dem erfindungsgemäßen Bestückungssystem in großen Mengen vorbereitet werden, wobei für jede Schrittweite von elektronischen Bauteilen auf einem Halbleiterwafer entsprechende Folien mit entsprechenden Schrittweiten der Durchgangsöffnungen vorzusehen sind.

15

Der Waferhalterahmen kann zweiteilig aus voneinander trennbaren Ringen ausgeführt sein, so daß die perforierte Folie zwischen den Ringen eingelegt werden und gespannt werden kann.

20

Die für das Halten der elektronischen Bauteile vorgesehenen Durchgangsöffnungen weisen für diesen Zweck einen Durchmesser auf, der kleiner als die Diagonale der elektronischen Bauteile ist. Somit sind nicht nur die Schrittweite der Durchgangsöffnungen an die Anordnung der elektronischen Bauteile

25

auf einem Halbleiterwafer anzupassen, sondern auch die Durchmesser der jeweiligen Durchgangsöffnungen entsprechend zu dimensionieren. Darüber hinaus weist die Folie Durchgangsöffnungen auf, die mit ihrem Durchmesser der Vakuumpinzette in der Weise angepaßt sind, daß Feinjustagebewegungen der Vakuumpinzette innerhalb der Durchgangsöffnungen ausführbar sind.

30

Das bedeutet, daß die Durchgangsöffnungen unter Beachtung der Größe der elektronischen Bauteile so groß wie möglich zu ge-



FIN 207 P/200020768

15

stalten sind, um der Vakuumpinzette Verschiebungen in X- und Y-Richtung und Drehbewegungen um die Z-Achse zu ermöglichen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß im Bereich der WSA-Entwicklung (Wafer Scale Assembling) ein wesentliches Ziel dieser Entwicklung ist, neben einem Wafer Level Testing, also einem Testen fertiggehauster Chips auf Waferebene, ein Verfahren und ein System zur direkten Bestückung eines Substrats wie beispielsweise einer Leiterplatte oder einer Keramikplatte vorzusehen. Dieses wesentliche Ziel wird mit dem nun vorliegenden Gegenstand der Erfindung verwirklicht. Dabei wird der Chip direkt vom Wafer, der selbst auf einem geeigneten Trägermaterial wie einer Folie sitzt und bereits gesägt, d.h. in einzelne elektronische Bauteile geteilt ist, ohne einen Diesorter (Chipsortierer) zwischenzuschalten, auf das Substrat verbracht.

In der SMT-Fertigung (Surface Mount Technology) wurde bisher der einzelne Chip oder das einzelne elektronische Bauteil vor dem Placen (bzw. Bestücken) geflippt (um 180° umgedreht), oder über eine Zwischenstation einem Bestückungskopf beispielsweise in Form einer Vakuumpinzette zugeführt. Dieses erfordert zusätzliche Zwischenträgermittel und Zwischenpositionen, bevor ein derartiges elektronisches Bauteil auf einer vorbestimmten Position eines Substrats montiert werden kann. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht nun vor, daß das bereits getestete elektronische Bauteil direkt auf einem Substrat plaziert wird, indem ein auf eine Folie aufgespannter Wafer "kopfüber", also mit den Außenkontakten nach unten, so über dem Substrat positioniert wird, daß sich das gewünschte elektronische Bauteil über dem Einbauplatz bzw. der Montageposition auf dem Substrat befindet. In diesem Augenblick fährt eine Saugpinzette bzw. Vakuumpinzette auf die Rückseite des

FIN 207 P/200020768

16

elektronischen Bauteils, löst dieses von der Folie und hält es weiterhin fixiert mittels des Vakuums.

5 Diese Vakuumpinzette befindet sich an einer Vorrichtung, welche die Ausrichtung und Position des elektronischen Bauteils erfassen kann. Diese Erfassung kann beispielsweise durch die Chips hindurch mittels Infrarotkamera und entsprechenden Markierungen (bzw. Fiducials auf der Bauteilvorderseite) oder durch Markierungen, die sich auf der Rückseite des elektronischen Bauteils befinden, realisiert werden. Zur Korrektur des Drehwinkels kann die Vakuumpinzette gedreht werden. Die X-Y-Korrektur kann beispielsweise durch Verfahren des Substrats erfolgen. Nach erfolgter Positionskorrektur kann das elektronische Bauteil auf dem Substrat abgesetzt werden.

15

Als Trägermaterial, auf dem sich der Wafer befindet, kann z.B. eine vorperforierte Folie eingesetzt werden. Dadurch wird verhindert, daß die Folie sich beim Lösen des Chips und beim Verfahren der Vakuumpinzette nach unten zu stark verformt und somit elektronische Bauteile verrutschen. Andererseits kann die Vakuumpinzette mühelos durch die vorgeformten Durchgangsöffnungen nach unten fahren, um die elektronischen Bauteile von der Folie zu lösen, ohne dabei die Folie selbst zu zerstören und damit die Stabilität des Waferhalterahmens zu gefährden. Dazu verfügt die Vakuumpinzette über einen langen schmalen Hals, so daß dieser durch die Durchgangsöffnungen der Folie hindurchpaßt, ohne das Folienträgermaterial zu verformen. Das besondere an diesem Verfahren liegt darin, daß kein weiterer Zwischenschritt zwischen Aufnahme eines elektronischen Bauteils und Plazieren der Komponenten nötig ist. 30 Ferner wird sowohl ein Grobpositionieren des Wafers über dem Einbauplatz bzw. der Montageposition auf dem Substrat, als auch eine Feinpositionierung bzw. Feinjustage möglich. Dar-

FIN 207 P/200020768

17

über hinaus ermöglicht die erfindungsgemäße Folie, das beim Sägen eines Halbleiterwafers eingesetzte Trägermaterial vollständig zu ersetzen.

- 5 Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsformen mit Bezug auf die beigefügten Figuren näher erläutert.

- Figur 1 zeigt eine Prinzipskizze eines Bestückungssystems einer Ausführungsform der Erfindung,  
10 Figur 2 zeigt eine Prinzipskizze eines Bestückungssystems einer Ausführungsform der Erfindung mit einer Vakuumpinzette in Montageposition,  
Figur 3 zeigt eine schematische Draufsicht auf ein Bestückungssystem einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.  
15

- Figur 1 zeigt eine Prinzipskizze eines Bestückungssystems 4 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In Figur 1 kennzeichnet die Bezugsnummer 1 ein Substrat. Die Bezugsnummer 2 kennzeichnet ein elektronisches Bauteil eines in elektronische Bauteile 2 eingeteilten Halbleiterwafers 3. Die Bezugsnummer 5 kennzeichnet eine Substrathalteeinrichtung 5 zur Aufnahme des Substrats 1. Die Bezugsnummer 6 kennzeichnet eine oberhalb der Substrathalteeinrichtung 5 angeordnete Waferhaltereinrichtung 6 zur Aufnahme eines Waferhalterahmens 10.  
25 Die Bezugsnummer 7 kennzeichnet eine Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung, die oberhalb der Waferhaltereinrichtung 6 angeordnet ist. Die Bezugsnummer 16 kennzeichnet eine Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung, die in dieser Ausführungsform einen Lichtimpulssender 17 und einen Lichtimpulssempfänger 18 aufweist, die mit einer Auswerteschaltung 19 zusammenwirken. Diese Auswerteschaltung 19 übermittelt das Bauteilpositionsergebnis an eine programmierbare Steuerung  
30

FIN 207 P/200020768

18

20, die sowohl mit der Substrathalteeinrichtung 5 als auch mit der Waferhalteeinrichtung 6 sowie mit der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung 7 zusammenwirkt und den Gesamtablauf des Bestückungsvorganges steuert.

5

Das Substrat 1 ist in dieser Ausführungsform der Erfindung auf einem horizontalen X- und Y-Tisch angeordnet, der die Substrathalteeinrichtung in X-Richtung und Y-Richtung positioniert. Der X-Y-Tisch wird von Schrittmotoren angetrieben, die in groben Schrittweiten von 1 mm und feinen Schrittweiten in einen Raster von 2  $\mu$ m arbeiten. Somit ist eine Vorjustage oder Voreinstellung des Substrats 1 in Bezug auf die Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung 7 einstellbar.

15

Auf der Oberfläche 22 des Substrats 1 sind Kontaktanschlussflächen angeordnet, die in ihrer Struktur der Struktur der Außenkontakte der elektronischen Bauteile 2 angepaßt sind. Die elektronischen Bauteile entsprechen in ihrer Flächenausdehnung einem Halbleiterchip und weisen auf der aktiven Oberseite des Halbleiterchips eine Umverdrahtungsfolie auf, die entsprechende Außenkontakte trägt. Diese Außenkontakte zeigen in dieser Ausführungsform der Erfindung in Richtung auf die Oberseite 22 des Substrats 1. Dazu ist der in elektronische Bauteile 2 geteilte Halbleiterwafer 3 an einer perforierten Folie 14 hängend in einem Waferhalterahmen 10 angeordnet.

25

Dieser Waferhalterahmen 10 ist mittels einer Waferhalteeinrichtung 6 in X-Richtung und Y-Richtung positionierbar, so daß ein funktionstüchtiges elektronisches Bauteil in Bezug auf die vorbestimmte Position der Kontaktanschlussflächen auf der Oberseite 22 des Substrats 1 eingestellt werden kann.

30

Sobald in dem Bestückungssystem der Waferhalterahmen 10 und das Substrat 1 in X-Richtung und in Y-Richtung grob positioniert

FIN 207 P/200020768

19

niert sind, kann die Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung 16 überprüfen, ob das elektronische Bauteil als nicht funktionsfähig markiert ist. Ferner kann die Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung die Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung 5 eine Feinjustage in X-Richtung, in Y-Richtung, und durch Drehen um einen Winkel  $\phi$  um die Z-Achse der Vakuumpinzette die Vakuumpinzette nach entsprechenden Markierungen auf dem elektronischen Bauteil feinjustieren, bevor die Vakuumpinzette aus der Ruheposition 11, die mit gestrichelten Linien in Figur 1 dargestellt ist, in die Vorposition 12 verfahren wird. In der Vorposition kann unter Einführen der Vakuumpinzette 8 in die Durchgangsöffnung 15 der perforierten Folie 14 ein elektronisches Bauteil 2 aufnehmen und von der perforierten Folie 14 lösen.

15 Durch weiteres vertikales Verfahren der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung 7 in Z-Richtung kann das elektronische Bauteil bis auf die Oberfläche 22 des Substrats 1 abgesenkt werden. Das Substrat 1 selbst kann eine Leiterplatte 23 oder eine Keramikplatte 24 sein. Außerdem kann sowohl die Leiterplatte 23 als auch die Keramikplatte 24 in einer mehrlagigen Ausführung vorliegen, wobei sich die Mehrlagigkeit auf das Vorhandensein von mehreren Leiterbahnebenen des Substrats bezieht.

25 Die Ansteuerung der unterschiedlichen Positionen der elektronischen Bauteile zum Verschieben des Waferhalterahmens 10 wird durch die programmierbare Steuerung 20 veranlaßt. Diese programmierbare Steuerung 20 wirkt dazu auf entsprechende 30 Schrittmotoren, die ein schrittweises horizontales Verfahren der Waferhalteeinrichtung 6 in X-Richtung und in Y-Richtung durchführen. In dieser Ausführungsform weisen diese Schrittmotoren eine grobe Schrittfolge von 1 mm Schrittweite auf

FIN 207 P/200020768

20

und in einer Feineinstellungsphase eine Schrittfolge von 2  $\mu\text{m}$ . Die programmierbare Steuerung 20 steuert auch die Verschiebung der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung 7 zur Feinjustierung in X-Richtung und Y-Richtung unter Berücksichtigung der Bauteilpositionssignale, die von der Bauteilpositions-  
5 Erkennungseinrichtung über die Auswerteschaltung 19 zur Verfügung gestellt werden. Außerdem steuert die programmierbare Steuerung die Feineinstellung der Drehrichtung der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung 7 um den Winkel  $\phi$ .

10

Die strichpunktierten Linien durch den Halbleiterwafer 3 kennzeichnen die Lage der Trennspuren 28 für die geteilten elektronischen Bauteile 2. Die mit Doppelpunkt punktierte Linie 29 kennzeichnet den Bereich der Waferhalteeinrichtung 6,  
15 die gestrichelte Linie kennzeichnet den Bereich der Substrat-halteeinrichtung 5, die ihrerseits auf einer Ablage 31 angeordnet ist.

20

Figur 2 zeigt eine Prinzipskizze eines Bestückungssystems 4 einer Ausführungsform der Erfindung mit einer Vakuumpinzette 8 in Montageposition 13. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in Figur 1 werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert.

25

Die Anzahl der elektronischen Bauteile in der Ausführungsform nach Figur 2 ist hier nur prinzipiell auf vier für den Wafer 3 in einer Richtung beschränkt. Der Wafer 3 kann beliebig viele in Zeilen und Spalten angeordnete elektronische Bauteile aufweisen. Diese Anzahl an elektronischen Bauteilen 2 kann  
30 bei einem Halbleiterwafer von 300 mm Durchmesser zwischen 100 und 2000 liegen. Gemäß der Zahl der elektronischen Bauteile sind entsprechende Durchgangsöffnungen 15 in der den Halbleiterwafer 3 tragenden perforierten Folie 14 vorgesehen. Auch

FIN 207 P/200020768

21

diese Durchgangsöffnungen sind in Zeilen und Spalten angeordnet, so daß jedes elektronische Bauteil unter einer derartigen Durchgangsöffnung 15 angeordnet ist.

- 5 Die Randabschnitte 27 des Halbleiterwafers 3 tragen keine vollständigen elektronischen Bauteile 2 und sind folglich Abfall. Diese Randabschnitte 27 können noch vor dem Einbringen des Waferhalterahmens in das Bestückungssystem von der Folie 14 abgelöst werden. Oder sie können bis zum Bestücken sämtlicher funktionsfähiger elektronischer Bauteile des in elektro-
- 10 nische Bauteile getrennten Halbleiterwafers 3 auf entsprechende Substrate auf der Folie verbleiben. Gleiches gilt für nicht funktionsfähige elektronische Bauteile, die bei einem Funktionszwischentest entsprechend markiert wurden. Die Funktionsfähigkeit bzw. Nichtfunktionsfähigkeit oder die Markie-
- 15 rung wird von der Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung 16 über eine nicht gezeigte Auswerteschaltung einer nicht gezeigten programmierbaren Steuerung signalisiert, so daß keine nichtfunktionsfähigen elektronischen Bauteile in die Montage-
- 20 position 13 durch die Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung 7 verbracht werden.

- In der Montageposition 13 kann das elektronische Bauteil mit Hilfe der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung 7 in X-Richtung
- 25 und in Y-Richtung feinjustiert werden und um die Z-Achse 9 gedreht und feinjustiert werden. Mit dieser Feinjustage können die Außenkontakte des elektronischen Bauteils 2 in exakte Zuordnung zu entsprechenden Kontaktanschlussflächen auf dem Substrat 1 verbracht werden. Eine nicht gezeigte Heizvorrich-
- 30 tung kann entweder das elektronische Bauteil 2 oder das Substrat 1 erwärmen, um ein Aushärten eines Leitklebers zu bewirken oder um die Außenkontakte des elektronischen Bauteils

FIN 207 P/200020768

22

auf den Kontaktanschlussflächen der Oberseite 22 des Substrats 1 weich zu löten.

Die Durchgangsöffnung 15 weist einen ausreichenden Durchmesser auf, damit die Vakuumpinzette in der Durchgangsöffnung 15 in X- und Y-Richtung feinjustierbar ist. Ferner ist die Fläche der Durchgangsöffnung 15 kleiner als die Fläche des elektronischen Bauteils. Die strichpunktierten Linien in Figur 1 und Figur 2 zeigen die Lage der Trennspuren 28 im Halbleiterwafer 3 für die geteilten elektronischen Bauteile.

Figur 3 zeigt eine schematische Draufsicht auf ein Bestückungssystem einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Figuren werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert.

Diese schematische Draufsicht ist stark vereinfacht durch Weglassen der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung. Diese weitere Ausführungsform der Erfindung zeigt eine Zufuhreinrichtung 21 und eine Abfuhreinrichtung 25 für das Substrat 1, das hier auf Führungsschienen 32 und 33 der Substrathalteeinrichtung 5 zugeführt wird und auf Führungsschienen 34 und 35 der Abfuhreinrichtung 25 aus dem Bestückungssystem 4 herausgeführt wird. Die Substrathalteeinrichtung 5 kann in Pfeilrichtung Y" und in X" positioniert werden, um das Substrat in eine vorbestimmte Position zum Bestücken zu bringen. Oberhalb der Substrathalteeinrichtung 5 ist eine Waferhalteeinrichtung mit einem Waferhalterahmen 10 angeordnet, wobei der Waferhalterahmen 10 den in elektronische Bauteile geteilten Wafer 3 auf einer perforierten Folie 14 trägt. Der Waferhalterahmen 10 ist mittels der Waferhalteeinrichtung in Pfeilrichtung Y' und X' verschieb-



FIN 207 P/200020768

23

bar, um ein funktionstüchtiges elektronisches Bauteil auf die Position auf dem Substrat 1 auszurichten.

Mit den in de Figuren 1-3 gezeigten Ausführungsformen eines  
5 Bestückungssystems wird ein Verfahren zum Bestücken eines Substrats mit elektronischen Bauteilen mit folgenden Verfahrensschritten durchgeführt.

Zunächst wird ein Waferhalterahmen 10 mit in dem Waferhalterahmen aufgespannter perforierter Folie 14 bereitgestellt.  
10 Diese Folie 14 weist in Zeilen und Spalten angeordnete Durchgangsöffnungen 15 auf. Die Anordnung der Durchgangsöffnungen 15, die Schrittweite der Durchgangsöffnungen 15 und die Fläche der Durchgangsöffnungen 15 ist dabei den in Zeilen  
15 und Spalten angeordneten elektronischen Bauteilen 2 eines in elektronische Bauteile 2 getrennten Halbleiterwafer angepaßt. Dieser Halbleiterwafer 3 wird noch vor dem Trennen des Halbleiterwafers 3 in elektronische Bauteile 2 auf die perforierte Folie 15 als Trägermaterial aufgebracht und in einer  
20 Trennvorrichtung in entsprechende elektronische Bauteile getrennt.

Ein derart vorbereiteter Waferhalterahmen 10 wird für das Bestücken in einem entsprechenden Bestückungssystem 4 bereitgestellt.  
25 Weiterhin wird ein Substrat 1 mit vorbestimmten Positionen für das Aufbringen eines elektronischen Bauteils 2 bereitgestellt. Der Waferhalterahmen 10 wird zum Bestücken in eine positionierende Waferhalteeinrichtung 6 und das Substrat 1 in eine positionierende Substrathalteeinrichtung 5  
30 eingebracht. Anschließend wird der Waferhalterahmen 10 und das Substrat 1 zueinander derart horizontal in X- und Y-Richtung positioniert, daß ein funktionsfähiges elektroni-

FIN 207 P/200020768

24

sches Bauteil 2 in einer vorgegebenen Position über dem Substrat 1 angeordnet ist.

5 Nach der Ausrichtung von Substrat 1 und elektronischen Bauteil 2 bzw. Halbleiterwafer 3 fährt eine Vakuumpinzette 8 in Z-Richtung vertikal durch die über dem elektronischen Bauteil befindliche Durchgangsöffnung 15 der Folie 14 hindurch und nimmt das entsprechende elektronische Bauteil 2 mit aus einer Vorposition und verbringt das elektronische Bauteil 2 in eine  
10 Montageposition auf dem Substrat 1. In dieser Montageposition wird das elektronische Bauteil 2 mittels der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung 7 in X- und in Y-Richtung feinjustiert sowie um die Z-Achse gedreht und dabei in einem Winkel  $\phi$  feinjustiert.

15 Das Befestigen des elektronischen Bauteils 2 auf dem Substrat 1 in der vorbestimmten Montageposition kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Beispielsweise kann das Substrat 1 erwärmt werden, um einen Leitkleber, der auf Kontaktanschlusflächen des Substrats 1 in der vorgegebenen Position  
20 angeordnet ist, durch Erwärmen auszuhärten, oder es kann das elektronische Bauteil 2 soweit erhitzt werden, beispielsweise durch Laserstrahlen, daß die Außenkontakte des elektronischen Bauteils 2 auf den Kontaktanschlusflächen des Substrats 1  
25 weichgelötet werden. Der gesamte Bestückungsvorgang wird durch ein programmierbares Steuergerät 20 gesteuert und überwacht und von einer an der Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung 7 angeordneten Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung 16 unterstützt.

30

FIN 207 P/200020768

1

## Bezugszeichenliste

- 1 Substrat
- 2 elektronisches Bauteil
- 3 Halbleiterwafer
- 4 Bestückungssystem
- 5 Substrathalteeinrichtung
- 6 Waferhalteeinrichtung
- 7 Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung
- 8 Vakuumpinzette
- 9 Z-Achse
- 10 Waferhalterahmen
- 11 Ruheposition
- 12 Vorposition
- 13 Montageposition
- 14 Folie, perforiert
- 15 Durchgangsöffnung
- 16 Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung
- 17 Lichtimpulssensor
- 18 Lichtimpulsempfänger
- 19 Auswerteschaltung
- 20 programmierbare Steuerung
- 21 Zuführeinrichtung
- 22 Oberseite des Substrats
- 23 Leiterplatte
- 24 Keramikplatte
- 25 Abführeinrichtung
- 27 Randabschnitte
- 28 Trennspuren
- 29 Doppelpunktlinie
- 30 gestrichelte Linie
- 31 Ablage
- 32, -35 Führungsschienen

FIN 207 P/200020768

25

## Patentansprüche

1. Bestückungssystem zum Bestücken eines Substrats (1) mit mindestens einem elektronischen Bauteil (2) eines in elektronische Bauteile (2) geteilten Halbleiterwafers (3), wobei das Bestückungssystem (4) eine Substrathalteeinrichtung (5) zur Aufnahme des Substrats (1), eine oberhalb der Substrathalteeinrichtung (5) angeordnete Waferhalteeinrichtung (6) zur Aufnahme eines Waferhalterahmens (10) und eine oberhalb der Waferhalteeinrichtung (6) angeordnete Vakuumpinzettenhalteeinrichtung (7) aufweist, und wobei die Substrathalteeinrichtung (5) und Waferhalteeinrichtung (6) horizontal in X-Richtung und Y-Richtung in Bezug auf einander positionierbar sind, und wobei die Vakuumpinzettenhalteeinrichtung (7) eine Vakuumpinzette (8) aufweist, die bezüglich der Substrathalteeinrichtung (5) in X-Richtung und Y-Richtung feinjustierbar sowie um die Z-Achse (9) drehbar und feinjustierbar ist und die so ausgebildet ist, daß die Vakuumpinzette (8) im Bereich des Waferhalterahmens (10) vertikal in Z-Richtung in eine Ruheposition (11), in eine Vorposition (12) und in eine Montageposition (13) bringbar ist.
2. Bestückungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Waferhalterahmen (10) eine Folie (14) mit Durchgangsöffnungen (15) hält, wobei mehrere Bauteile (2) des in elektronische Bauteile (2) getrennten Halbleiterwafers (3) an der Folie (14) so angeordnet sind, daß die Bauteile (2) jeweils unter einer der Durchgangsöffnungen (15) der Folie (14) angeordnet sind.

FIN 207 P/200020768

26

3. Bestückungssystem nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Waferhalterahmen (10) dem Durchmesser eines Halbleiter-  
5 wafers (3) angepaßt ist und die Anordnung der Durch-  
gangsöffnungen (15) in der Folie (14) des Waferhalterah-  
mens (10) der Anordnung der elektronischen Bauteile (2)  
des Halbleiterwafers (3) entsprechen.
- 10 4. Bestückungssystem nach Anspruch 2 oder Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Vakuumpinzette (8) der Vakuumpinzettenhalteeinrich-  
tung (7) in der Ruheposition (11) über einer Durch-  
gangsöffnung (15) angeordnet ist und in der Vorposition  
15 (12) in Z-Richtung ein unter der Durchgangsöffnung (15)  
angeordnetes elektronisches Bauteil (2) des in elektro-  
nische Bauteile (2) geteilten Halbleiterwafers (3) auf-  
nehmen kann und dass die Vakuumpinzette (8) mit dem auf-  
genommenen elektronischen Bauteil (2) in der Montagepo-  
20 sition (13) der Vakuumpinzette (8) für eine vorbestimmte  
Position über dem Substrat (1) feinjustierbar und posi-  
tionierbar ist.
- 25 5. Bestückungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprü-  
che,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Vakuumpinzettenhalteeinrichtung (7) eine Bauteilpo-  
sitions-Erkennungseinrichtung (16) aufweist.
- 30 6. Bestückungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprü-  
che,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
mit der Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung (16) als

FIN 207 P/200020768

27

nicht funktionstüchtig markierte Bauteile (2) eines in Bauteile (2) getrennten Halbleiterwafers (3) erfassbar sind.

- 5 7. Bestückungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Bauteilpositions-Erkennungseinrichtung (16) einen  
Lichtimpulssender (17) und -empfänger (18) und eine Aus-  
werteschaltung (19) für eine Positionsbestimmung in X-  
10 Richtung und Y-Richtung aufweist.
8. Bestückungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
15 dadurch gekennzeichnet, dass  
das Bestückungssystem (4) eine programmierbare Steuerung  
(20) aufweist, welche die Waferhalteeinrichtung (6) ver-  
anlaßt eines der elektronischen Bauteile (2) in den Er-  
fassungsbereich der Bauteilpositions-Erkennungsein-  
20 richtung (16) zu bringen und die Substrathalteeinrich-  
tung (5) veranlaßt das Substrat (1) in die vorbestimmte  
Position für die Montage eines elektronischen Bauteils  
(2) auf der Oberseite (22) des Substrats (1) zu bringen.
- 25 9. Bestückungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Bestückungssystem (4) eine Zufuhreinrichtung (21)  
und Abfuhreinrichtung (24) zum Zuführen bzw. zum Abfüh-  
30 ren von Substraten (1) zu bzw. von der Substrathalteein-  
richtung (5) aufweist.

FIN 207 P/200020768

29

Richtung und eine Drehbewegung um die Z-Achse (9) des elektronischen Bauteils (2) in Bezug auf die vorbestimmte Position auf dem Substrat (1) in der Montageposition der Vakuumpinzette (8) durchführbar ist.

5

14. Waferhalterahmen nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Durchgangsöffnungen (15) kleiner als die Flächendiagonale des elektronischen Bauteils (2) ist.

10

15. Waferhalterahmen nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Folie (14) in dem Waferhalterahmen (10) eine einseitig klebende Folie (14) ist.

15

16. Folie mit Durchgangsöffnungen zum Einsatz in einem Waferhalterahmen gemäß den Ansprüchen 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie (14) eine Anordnung von Durchgangsöffnungen (15) aufweist, die Spalten und Zeilen umfaßt, welche in gleicher Weise wie elektronische Bauteile (2) eines in elektronische Bauteile (2) geteilten Halbleiterwafers (3) angeordnet sind.

20

25

17. Folie nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnungen (15) der Folie (14) einen kleineren Durchmesser aufweisen als die Diagonale der elektronischen Bauteile (2).

30

18. Folie nach Anspruch 16 oder Anspruch 17,

FIN 207 P/200020768

28

10. Bestückungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Bestückungssystem (4) eine Zufuhreinrichtung und Ab-  
fuhreinrichtung zum Zuführen bzw. zum Abführen von Wa-  
ferhalterahmen (10) zu bzw. von der Waferhalteeinrich-  
tung (5) aufweist.
11. Waferhalterahmen zur Verwendung in einem Bestückungssy-  
stem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Waferhalterahmen (10) eine Folie (14) mit Durch-  
gangsöffnungen (15) aufweist, wobei mehrere Bauteile (2)  
des in elektronische Bauteile (2) getrennten Halbleiter-  
wafers (3) auf der Folie (14) so angeordnet sind, daß  
die Bauteile (2) jeweils unter einer der Durchgangsöff-  
nungen (15) der Folie (14) angeordnet sind.
12. Waferhalterahmen nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Waferhalterahmen (10) einen an den Durchmesser eines  
Halbleiterwafers (3) angepaßten Innendurchmesser auf-  
weist und die Anordnung der Durchgangsöffnungen (15) in  
der Folie (14) des Waferhalterahmens (10) der Anordnung  
der elektronischen Bauteile (2) des Halbleiterwafers (3)  
entsprechen.
13. Waferhalterahmen nach Anspruch 11 oder Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Durchmesser der Durchgangsöffnungen (15) dem Durch-  
messer der Vakuumpinzette (8) so angepaßt ist, daß mit  
der Vakuumpinzette (8) durch die Durchgangsöffnung (15)  
hindurch eine Feinjustierung in X-Richtung und in Y-



dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnungen (15) in der Folie (14) dem Durchmesser der Vakuumpinzette (8) in der Weise angepaßt sind, daß Feinjustagebewegungen der Vakuumpinzette (8) in X- und Y-Richtung innerhalb der Durchgangsöffnungen (15) ausführbar sind.

19. Verfahren zum Bestücken eines Substrats (1) mit elektronischen Bauteilen (2) mittels eines Bestückungssystems (4), wobei das Verfahren folgende Verfahrensschritte aufweist:

- Bereitstellen eines Waferhalterahmens (10) mit in dem Waferhalterahmen (10) aufgespannter perforierter Folie (14) mit in einzelnen Zeilen und Spalten angeordneten Durchgangsöffnungen (15) und mit unter den Durchgangsöffnungen (15) der Folie (14) angeordneten elektronischen Bauteilen (2) eines in elektronische Bauteile (2) getrennten Halbleiterwafers (3),
- Bereitstellen eines Substrats (1) mit vorbestimmten Positionen für das Aufbringen eines elektronischen Bauteils (2),
- Zuführen des Waferhalterahmens (10) in eine positionierende Waferhalteeinrichtung (6) und des Substrats (1) in eine positionierende Substrathalteeinrichtung (5) und horizontales Ausrichten derselben in X- und Y-Richtung zueinander in einer vorgegebenen Position zum Positionieren eines elektronischen Bauteils (2) der elektronischen Bauteile (2) des Halbleiterwafers (3) auf dem Substrat,
- Verfahren einer Vakuumpinzette (8) mittels einer Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung (7) unter Überwachung durch eine Bauteilpositions-Erkennungsein-

FIN 207 P/200020768

31

5 richtung (16) aus einer Ruheposition (11) vertikal in Z-Richtung durch eine Durchgangsöffnung (15) der Folie (14) hindurch unter Mitnahme des elektronischen Bauteils (2), aus einer Vorposition (12) und Verbringen des elektronischen Bauteils (2) in eine Montageposition (13) auf dem Substrat (1) unter Drehen um die Z-Achse und feinjustieren der Vakuumpinzette in X- und Y-Richtung.

10 20. Verfahren nach Anspruch 19,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Substrat (1) erwärmt wird, um Außenkontakte des  
elektronischen Bauteils (2) mit Kontaktanschlußflächen  
des Substrats (1) nach exakter Positionierung zu verbinden.  
15

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder Anspruch 20,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
vor einem Trennen des Halbleiterwafers (3) in elektronische Bauteile (2) der noch nicht getrennte Halbleiterwafer (3) auf die perforierte Folie (14) unter Ausrichtung  
20 von Zeilen und Spalten der elektronischen Bauteile (2) des Halbleiterwafers (3) mit Zeilen und Spalten der Durchgangsöffnungen (15) der perforierten Folie (14) auf eine mit Klebstoff beschichtete Seite der Folie (14) aufgebracht wird.  
25

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
30 die nach dem Trennen des Halbleiterwafers (3) in elektronische Bauteile (2) die Folie mit den elektronischen Bauteilen (2) in den Waferhalterahmen (10) eingespannt wird.

FIN 207 P/200020768

32

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
vor dem Zuführen des Waferhalterahmen (10) in die Wafer-  
5 haltevorrichtung (6) des Bestückungssystems (4) ein  
Funktionstest jedes elektronischen Bauteils (2) durchge-  
führt und nicht funktionierende elektronische Bauteile  
(2) markiert werden.
- 10 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
jedes elektronische Bauteil (2) mit Markierungen verse-  
hen wird, die der Positionierung in dem Bestückungssy-  
stem (4) dienen und von der Bauteilpositions-Erkennungs-  
15 einrichtung (16) bei einem Bestückungsvorgang erfaßt  
werden, um jedes Bauteil korrekt zu positionieren.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
20 als Substrat (1) eine auf ihrer Oberseite (22) mit frei-  
liegenden Kontaktanschlußflächen bestückte Keramikplatte  
(24) eingesetzt wird.
- 25 26. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24 ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
als Substrat (1) eine auf ihrer Oberseite (22) mit frei-  
liegenden Kontaktanschlußflächen bestückte Leiterplatte  
(23) eingesetzt wird.
- 30 27. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 26 ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
als Substrat (1) eine auf ihrer Oberseite (22) mit frei-  
liegenden Kontaktanschlußflächen bestückte mehrlagige

FIN 207 P/200020768

33

Leiterplatte (23) oder mehrlagige Keramikplatte (24)  
eingesetzt wird.

FIN 207 P/200020768

34

## Zusammenfassung

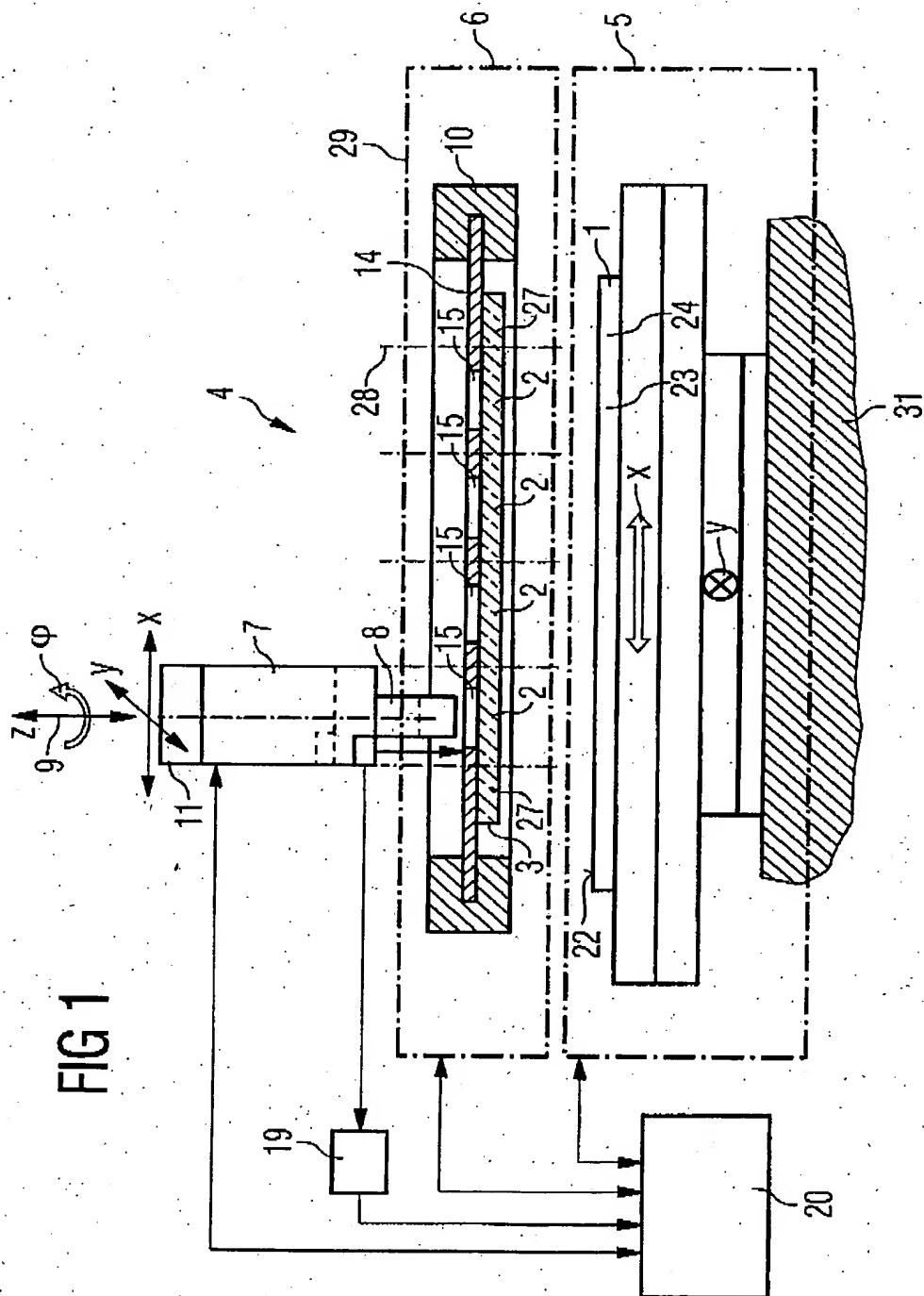
Verfahren und Bestückungssystem zum Bestücken eines Substrats mit elektronischen Bauteilen

5

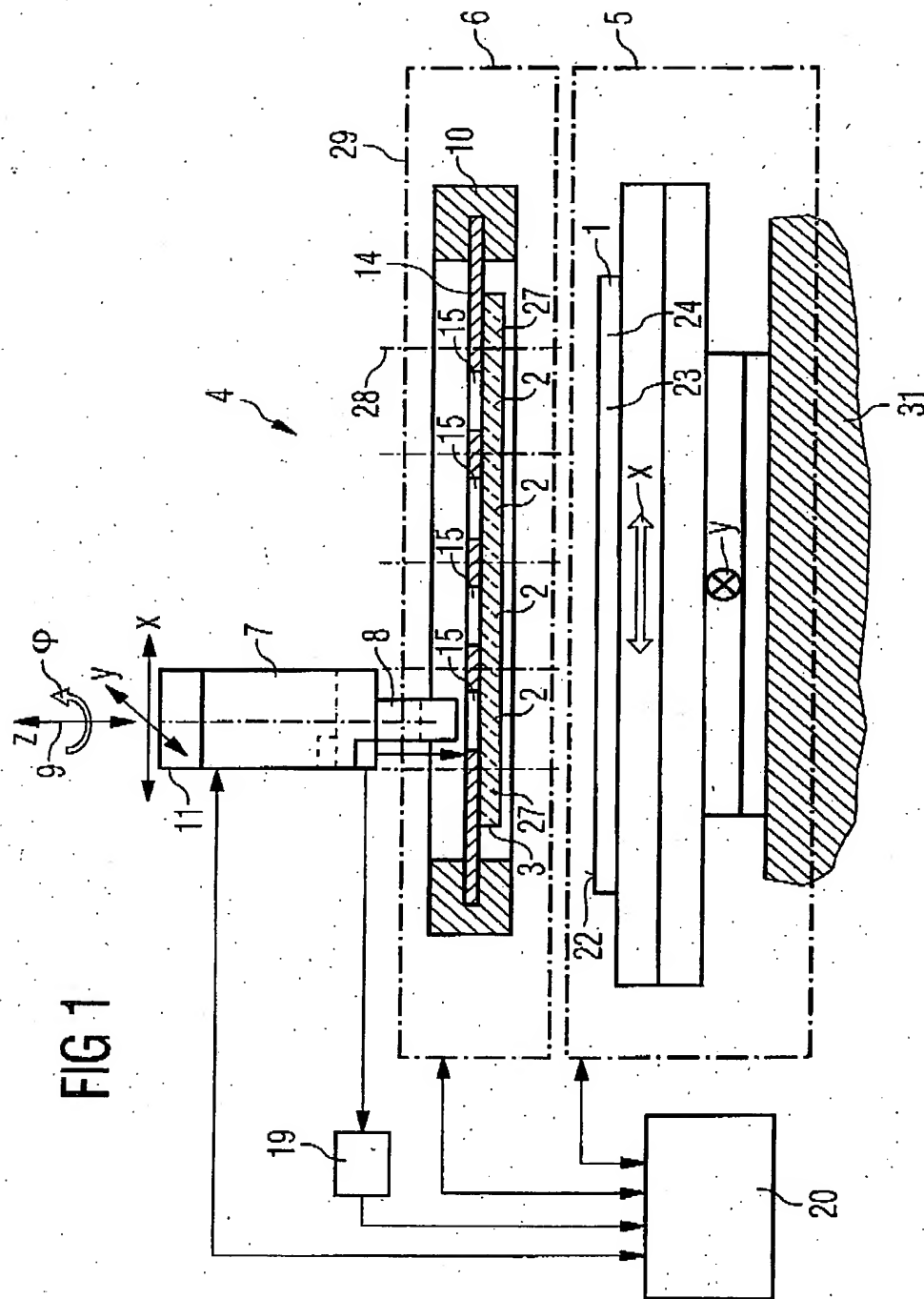
Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Bestückungssystem (4) zum Bestücken eines Substrats (1) mit einem elektronischen Bauteil (2). Dazu weist das Bestückungssystem (4) eine Substrathalteeinrichtung (5) zur Aufnahme des Substrats (1), eine oberhalb der Substrathalteeinrichtung (5) Waferhalteeinrichtung (6) zur Aufnahme eines Waferhalterahmens (10) und eine oberhalb der Waferhalteeinrichtung (6) angeordnete Vakuumpinzetten-Halteeinrichtung (7) auf. Dazu kann der Waferhalterahmen (10) einen kompletten in elektronische Bauteile geteilten Halbleiterwafer (3) aufnehmen.

15

[Figur 1]



1/3







41

3/3

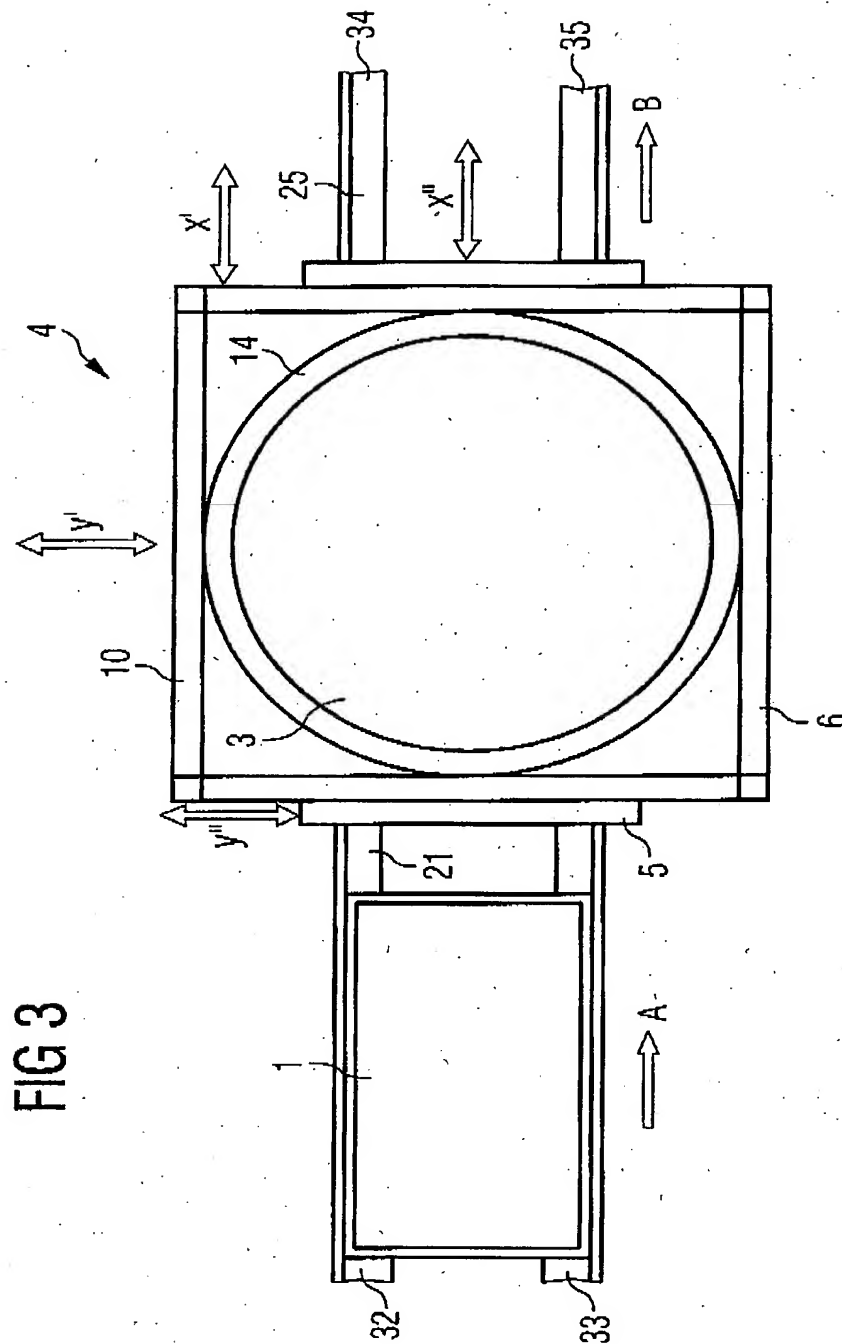


FIG 3